

原油市場の構造と OPEC 産油国の生産行動

— 気候変動政策のための石油供給メカニズムについて —

有井 哲夫

アブストラクト：国連気候変動枠組み条約に基づき、各国は温室効果ガス排出削減を進めている。原油は温室効果ガスである二酸化炭素の主要発生源であるが、その生産量は近年継続して増加している。同時に主要産油国経済は原油輸出に依存しており、今後も増産を計画中である。気候変動政策の実効性を高めるために、産油国の原油生産量決定のメカニズムを解明することが重要な課題である。本研究では、原油市場の構造と OPEC を中心とする産油国の行動特性を調査する。先行研究を、原油市場の構造、構造変化、長期的な設備投資の観点から整理したうえで、今後の研究課題を論じる。OPEC 諸国の行動特性の相違、特にサウジアラビアによる短期の原油生産量および長期の生産能力に関する意思決定、そして、シェールオイル等による原油市場への影響に関する研究の必要性を論じる。

1. はじめに

2020年以降の気候変動に関する国際的な取り組みに関する合意、パリ協定が2016年に発効した。パリ協定では、長期目標として地球の温度上昇を 2°C 以下に抑えるために、各国は温室効果ガス (Green House Gas. 以下 GHG と略記) の排出を抑制する計画を作成し実行することが求められている。世界各国は、2020年以降の削減目標である NDCs (Nationally Determined Contributions) を国連に提出し、GHG の排出に関する目標を自主的に設定して抑制する。具体的には、各国とも省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの導入、カーボンプライシング等により GHG 排出削減政策を進めている。中でも GHG 排出量の約65%を化石燃料起源の二酸化炭素が占めていることから、化石燃料の需要削減が NDCs における中心的な温暖化対策と

なっている。

化石燃料から排出される二酸化炭素の約40%は石油¹を起源とし (IPCC, 2014a; IEA, 2018c)、石炭に次ぐ GHG 排出源となっている。また、世界の一次エネルギーの構成では石油は最も大きな比率を占めている (IEA, 2018a)。世界の石油需要と原油供給はほぼ一貫して増加しており、今後とも発展途上国の経済成長および産油国の増産等により、世界の石油需要および供給は当面増加すると予想されている²。このような動向は、化石燃料の需要削減を中心とする各国の気候変動政策と明らかに整合的ではない。

- 1 一般に、油田で生産されるものを原油と呼び、原油を精製して産出するものを石油製品、原油と石油製品を総称して石油としている。
- 2 OPEC (2018a) および International Energy Agency HP (<https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic/>) (Accessed November 23, 2018) を参照。

気候変動政策の実効性を高めるために、産油国の原油生産量決定のメカニズムを理解する必要がある。

そこで本論文では、特に石油に焦点をあて、先行研究のサーベイを通じて、OPEC (Oil Producing and Exporting Countries)³を中心とした主要産油国の原油供給メカニズムを明らかにする。化石燃料のなかで本論文が特に原油供給に焦点を当てる理由は、一つに上述のように、それが石炭に次ぐGHG排出源であることによるが、さらに次の2つの理由がある。第一に、原油価格が新規の在来型石油・ガスの開発およびシェールガス等の非在来型資源の開発投資の重要な指標となっており、また、再生可能エネルギーの技術開発、事業開発に大きな影響を与えること、第二に、資源の地理的偏在やOPECの存在によって、産油国が気候変動交渉に一定の政治的影響力を持っていることによる。

以下、本論文は次のように構成されている。第2節で原油市場の概略を踏まえた問題提起、第3節で提起された問題に対する文献サーベイ、第4節で課題の抽出と今後の研究課題を論ずる。具体的には次のとおりである。第2節では、はじめに石油製品の需要動向を紹介した後、産油国の原油生産について詳述する。また原油価格の動向と最近の市場環境の変化に言及する。第3節は先行研究をサーベイする。まず原油市場

の市場構造に関する研究を取り上げる。カルテルとしてのOPECの機能やOPEC内部の構造に関する諸結果がそこで示される。市場構造や産油国の戦略は時とともに変化する。そこで原油市場に関する構造変化を論じた論文を次に取り上げる。さらにOPEC産油国、特にサウジアラビアの市場行動に関する論文を取り上げる。最後に長期の原油生産に関わって生産能力への設備投資の決定要因に関する論文を取り上げる。以上のサーベイを踏まえて、第4節では、原油生産メカニズムの解明に必要な重要な研究課題を論じる。最後に第5節で本論文を要約する。

2. 原油市場とOPEC産油国の生産

(1) 石油製品需要の動向

原油は精製され石油製品として消費される。気候変動政策として需要抑制が図られてはいるが、図1に示すように世界の石油製品需要は一貫して増加している。また、部門別では輸送用燃料分野の増加が大きく、石油化学等の燃料以外の用途もわずかに増加してきている。他方、産業用の消費は減少している。

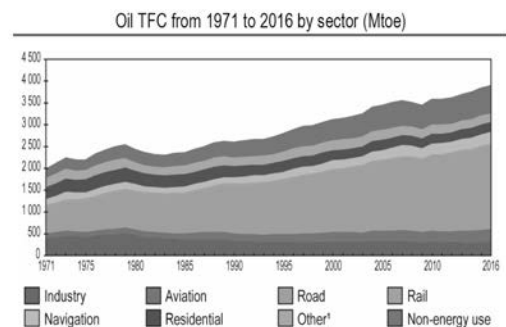


図1 World oil consumption by sector

出典 IEA (2018a)

注 Roadは自動車燃料を、Navigationは航空燃料を、Non-energy useは石油化学原料等を示す。

3 OPECは1960年に設立され、2018年現在の加盟国は次の15か国である。イラン、イラク、クウェート、サウジアラビア、ベネズエラ、カタール、リビア、UAE、アルジェリア、ナイジェリア、エクアドル、ガボン、アンゴラ、赤道ギニア、コンゴ。なお、インドネシアは加盟していたが現在は脱退している。

(2) 原油生産

世界の需要と同様に、原油生産量は1980年代後半から一貫して増加傾向にある。2016年において世界の原油生産量のうち、OPEC産油国は約40%を占めている。また、国別の生産量は、サウジアラビアの約13% (IEA, 2018a) を筆頭に、イラン、イラク、UAE、クウェート等のOPEC諸国が大きな割合を占めている。さらに輸出量ベースで世界市場におけるOPEC産油国の比率はさらに高く約55%であり (OPEC, 2018b)、その影響力は大きい。

原油の埋蔵量に関しては、OPEC産油国のシェアは81.9%に達している。中でもベネズエラ (24.9%)、サウジアラビア (21.9%) のシェアが高い (OPEC, 2018a)。

図2に国別の原油の生産コストを示した。特徴として、生産コストはサウジアラビア等の中東産油国が低いこと、開発・生産設備等の投資による固定費用 (CAPEX) の比率が操業費用 (OPEX) と比較して高いことが指摘できる。

産油国の中で、世界の石油供給に大きな影響を与えるのがOPEC産油国、中でも中東のサウジアラビアを中心とした産油国である。その

理由は、上述のように中東産油国は埋蔵量が大きく、潜在的にも長期的にも高い供給能力を持っていること、そしてその生産コストが低いことから供給量増加による価格引き下げ等の価格支配力を潜在的に有するためである。

これら中東産油国にとって、石油資源は主要な輸出品として国家収入の主たる源泉であり、経済成長の原資となっている⁴。同時に中東産油国は人口増加とともに経済発展しており、それに伴い、国内の石油需要も増加している。こうした状況に対応するため、中東産油国は長期的に石油の増産を計画している (OPEC, 2018a)。

OPEC産油国は、各国の石油生産量の目標値である生産枠を設定している。生産枠は、価格等を指標に、通常年2回開催するOPEC総会で決定される。生産枠は各国とも一定の余剰生産能力維持を前提としているが、OPEC生産枠には明示的な罰則規定がないため、事実上その遵守は各国の判断に任されている。サウジアラビアは生産枠決定を主導的にリードしているといわれている。非OPEC産油国には生産枠は存在せず、各国が生産能力、生産量を独自に決定している。

個々の油田は、累積生産量とともに生産能力が低下しいずれ閉鎖される。産油国は、既存油田の生産量の低下の推定をベースに、将来の原油生産のために新規の油田開発、生産設備の投資計画を立てている。原油の生産能力は、探鉱、開発、生産のフェーズがあり、それぞれのフェーズにおいて、原油価格の見通しに基づき投資の採算性が評価され、新たな設備投資の意思決定

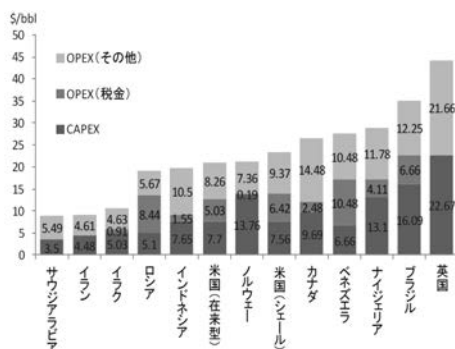


図2 主要産油国の原油生産コスト

出典 日本エネルギー経済研究所 (2016)

4 OPEC産油国についてはOnoh et al. (2018) を、またサウジアラビアについてはMoshashaia (2018) を参照。

がなされる。したがって、石油価格の動向は、新規の原油生産能力のための探鉱、開発、生産への投資に影響し、結果的に長期の石油生産量に影響を与える。次の図3は、世界の石油上流部門すなわち原油生産能力への投資が2015-6年に低下していることを示しているが、これは2014年以降に原油価格が急激に低下したこと（図4を参照）と符合している。なお、OPECは各国の原油の生産枠については決めるが、各国の生産能力は制約しない。

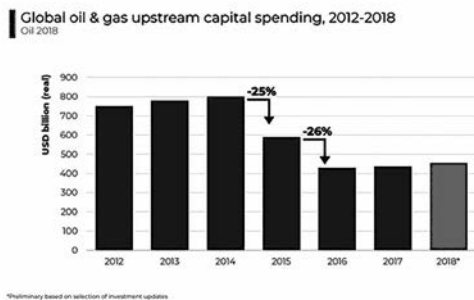


図3 原油価格低下と生産能力投資の削減

出典 IEA HP, <https://www.iea.org/oil2018/>
(Accessed, Nov 23, 2018)

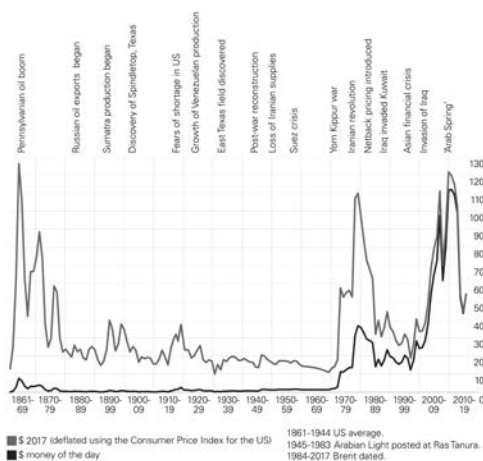


図4 原油価格の推移

出典 BP (2018)

(3) 原油価格

原油価格は、図4にあるように名目価格で上昇傾向にある。実質価格でもここ30年は上昇傾向にあり、また大きく変動している。変動の要因には供給側と消費側の要因があり、供給側の要因として中東における政変⁵、消費側の要因としてアジア金融危機等がある。

(4) 市場環境の変化

前述のとおり、世界の石油需要は長期的に増加し続けている。特に、気候変動政策が議論されてきたここ20年間も、アジアを中心とした発展途上国の経済成長等によって増加しており、今後も世界の石油生産は発展途上国の経済成長等により当面増加すると予測されている。(IEA, 2018b; OPEC, 2018a)

近年、主として米国において、原油と競合する非在来型資源であるシェールオイル等⁶の生産が増加している。2017年現在、米国の原油生産の約50%がシェールオイルとなっており(EIA, 2018)、OPECの生産枠決定および石油価格に影響を与えている。

米国のシェールオイル生産は、2014年以降の石油価格低下にも関わらず生産量が増加し⁷、年間500万バレル規模に達しており(EIA, 2018)、OPEC産油国の生産量決定に大きな影響を与える要因となっている。シェールオイル

5 イラン革命 (1978-81)、イラン-イラク戦争 (1985)、イラクのクウェート侵攻 (1990) 等がある。

6 シェールオイル、タイトオイル等の非在来型石油資源を以下シェールオイルで総称する。

7 一般的にシェールオイルは生産コストが在来型石油資源よりも高い。(日本エネルギー経済研究所, 2016)

等の非在来型資源の生産コストは技術開発により低下してきており、石油等の在来型資源と生産コストの点で競争可能となってきた（Kleinberg et al., 2018）。

省エネルギー、石炭、原子力等の動向も原油の需要・生産に影響を与える因子である。再生可能エネルギーは近年、技術開発により生産コストが低下してきている（IRENA, 2017）。さらに、EU諸国のようにカーボンプライシングや発電燃料の脱炭素化を推進する動きもあり（経済産業省, 2017）、石油と他エネルギー源とはより競争的となってきた。

こうした中で、2014年以降の原油価格低下時のOPEC生産量の維持⁸、2016年12月のOPEC、非OPEC産油国が協調した生産量抑制政策、さらに2017年5月協調減産の継続など、従来なかった市場行動がみられるようになっていく。2014年以降の石油価格低下時の生産量維持政策については、サウジアラビアによるシェールオイルおよび再生エネルギーに対する戦略が背景となっている。（Ansari, 2017）

3. 原油生産量決定メカニズムに関する研究

産油国の原油生産量決定メカニズムについては、OPECのカルテル機能やカルテル維持のためのインセンティブ等を中心課題として、これまで研究が行われてきた。ここではそれらを、原油市場の市場構造、構造変化、OPEC産油国の行動（特にサウジアラビアの行動）の3つの観点で分類し、現在得られている研究結果をま

とめる。また、長期的な視点では、原油生産は探鉱、開発フェーズでの設備投資に依存する。そこで設備投資にかかわる研究についても紹介する。

（1）原油市場の構造

原油市場の構造については、多くの研究が共通して非OPEC産油国⁹をprice takerとして扱っている。違いはOPECに対する理解である。OPECを統合された意思決定主体、すなわちカルテルとみなすか、OPEC内で非協力ゲームが行われているとみなすか、あるいはOPEC内の各国もprice takerとして行動しているとみなすか、そのいずれが妥当であるかが、これまで研究されてきた。それぞれの見方は、モデルとしては、dominant player vs fringesモデル、oligopoly players vs fringesモデル、competitive marketモデルと呼ばれる。以下では、上述の3つの市場構造の理解の妥当性を検証した研究を紹介する。

Golombek et al. (2018) は、1986-2016年の四半期データを利用し、dominant player vs fringesモデルとcompetitive marketモデルの妥当性を検証した。その結果、dominant player vs fringesモデルはデータと整合的だが、competitive marketモデルは整合的ではないことを示した。また、OPECをdominant playerとしたモデルとOPECコア¹⁰をdominant playerとしたモデルを比較し

8 過去の原油価格低下時は、OPECは生産量を下げて価格を維持するケースが多い。

9 非OPEC産油国にはアメリカ合衆国、ノルウェー、カナダ、オーストラリア等のOECD国とロシア、ブラジル等のOECD以外の産油国があり、供給比率でおおむね60%程度を占める。

10 OPECコアとはOPEC産油国の内、次の湾岸産油国を指す。サウジアラビア、UAE、クウェート、カタール。

た結果、OPEC コア = dominant player モデルは説明力が低いことが示された。ただしこの結果については注意が必要である。すなわち、彼らは市場支配力を dominant player の生産量変化とそれ以外の国の生産量変化の比率で定義している。このためOPEC コア以外のOPEC 産油国の生産量変化が同じでも、OPEC 全体を dominant player としたケースがOPEC コアを dominant payer としたケースよりも市場支配力が大きく計算されることになる。

Alhajji & Huettner (2000) は、1973-1994年の国別月次データを用いた実証分析を行っている。彼らの結果は、OPEC およびOPEC コアはいずれも dominant player とみなすことができないこと、しかし、サウジアラビア単独は dominant player とみなすことができるというものである。また、oligopoly players vs fringes モデルと competitive market モデルでは原油市場を説明できないことも示している。

Almoguer et al. (2011) は、1974-2004年をデータ期間とし、石油価格と市場における各国のシェアの月次データを四半期データに変換したものを用いた分析を行っている。彼らは、1974-2004年における多くの期間について、原油市場は、非OPEC 産油国が price taker として行動し、OPEC 産油国はOPEC 内で Cournot 競争をするモデルで記述できることを示した。また、OPEC 産油国がカルテルとして共謀して減産する時期と、非協調的に増産する Cournot 競争の時期の両方の時期があること、1970年代および1980年代前半では協調するカルテルとして機能しており、それ以降は非協調的に行動していることを示した。

Kisswani (2016) は、1994-2014年の月次、四半

期データを用いてOPEC 全体の生産量とOPEC 産油国各国の生産量との間で調整による相関の有無に関して共和分検定を行った。結果は、各OPEC 産油国の生産量とOPEC 全体の生産量とは共和分関係が検証されず、このことからカルテルの存在は検証されなかった。また、OPEC 生産量と原油価格についてGranger 因果性テストを行い、OPEC 生産量は原油価格に影響を与えていないが、原油価格はOPEC 生産量に影響を与えていることを示し、カルテルとしての価格調整機能は有効でないとした。

Okullo & Reynes (2016) は、産油国の累積的利益最大化を目的関数とする動的モデルにおいて、OPEC 各国の協力度を示す指標を、生産枠のシャドープライス、需要の価格弾力性、価格、生産量の関数として定義しモデル解析を行っている。結果として、OPEC 各国には利益を確保するために、不完全な協力を行い、カルテル機能を維持するインセンティブがあることを示した。また、OPEC 諸国の多様性と fringe 産油国の存在によりOPEC は協力しにくいことを示した。協力を得るため、OPEC の生産割当は Cournot 競争市場の均衡点よりも高コスト産油国に手厚くして、OPEC 産油国のメンバーを維持することを示した。

Aguilera & Radetzki (2016) は、過去の実証研究において、OPEC のカルテルとしての高価格維持機能は否定されているとしている。OPEC 生産枠には順守義務がないため、実際にはOPEC 産油国は生産枠を守らずに、より多くが生産されており、特に、サウジアラビア、クウェート、UAE 以外のOPEC 産油国は、現実的な生産能力上限まで生産していると論じている。その証拠として、サウジアラビアの余剰

生産能力は20%程度であるのに対し、他OPEC産油国は10%以下であり、これは技術的な観点からほぼフル生産であるとしている。また、OPEC各国の生産能力増強の投資について制約がないことから、カルテル機能は有効でないとしている。ただし、これらの主張を裏付ける実証分析を彼らは行っていない。

以上の諸研究が示していることは、OPEC産油国がカルテルを形成しているか、内的には非協力ゲームをしているのか、あるいは非OPEC産油国のようにprice takerであるのかは、必ずしも一致した結果が得られていないということである。Okullo & Rynes (2016) による研究が示唆するように、OPECは完全な協力と非協力の中間的な状況にあると考えることもできる。また、Almoguera et al. (2011) の研究から、状況は時代とともに変化していることが考えられる。すなわち、80年代半ば以降、OPEC内で非協力関係または一部産油国のprice taker化が顕著になった可能性がある。結論として、OPEC諸国の原油供給メカニズムの理解には、OPEC内での各国の行動や時期的な変化を考慮する必要がある。次項では構造変化に関する研究を検討し、その次の項ではOPEC産油国の行動に関する研究を検討することにする。

(2) 構造変化

Brown & Huntington (2017) は、1965-2013年の年次データと月次データを用いて、生産量の年間成長率のvolatilityにつき、OPEC産油国と非OPEC産油国とを比較し、一貫してOPEC産油国のvolatilityが高いことを示した。このことは、歴史上の石油供給中断が中東のOPEC産油国に起因することから説明可能とし

ている。また、OPEC産油国は生産コストが非OPEC産油国よりも低く、市場変化に対し、dominant player として生産量を調整する結果としてvolatilityが高くなるとした。また、1994年以降はOPEC産油国と非OPEC産油国の両方ともそれ以前に比較してvolatilityが低下していることを示した。この結果は原油市場において何等かの構造変化が1994年頃を境に生じたことを示唆している。

一方、Grundty & Heaney (2017) は、データ期間を1973-2010年として、その間の構造変化を分析した。具体的にはOPEC産油国と非OPEC産油国の月別生産量のvolatilityを分析し、1973年から1990年までは両者のvolatilityは大きく異なっているが、1990年から2010年の間はvolatilityが縮小し、両者の差も少なくなっていることを示した。このvolatilityの差が減少したことから、近年OPECと非OPEC産油国との区分の重要性が減じているとした。さらに、同じデータを用いて、クラスター分析を行い、1973-1990年では、OPEC諸国と非OPEC諸国間でクラスターの差異が大きいが、1991年以降はほぼ同一のクラスターに集約されており、OPEC産油国と非OPEC産油国の区分の意義が減じているとした。これらの結果も原油市場において構造変化が1990年頃を境に生じたことを示唆している。

OPEC諸国内に関する研究として、Nakov & Nuno (2013) は、1973-2011年をデータ期間とする実証分析によって、サウジアラビアの生産量シェアのvolatilityが、1991年までは他のOPEC諸国より大きかったが、それ以降は他のOPEC諸国と同等となっていることを示している。このことはOPEC内でも90年代初頭に構造変化が生じた可能性を示唆する。

以上、Brown & Huntington (2017), Grundy & Heaney (2017) と Nakov & Nuno (2013) のいずれの研究も、90年代初頭をひとつの構造変化の時点としてしているが、それは上述のAlmoguera et al. (2011) の結果とも一致する。

より最近の変化として、Behar et al. (2017) は、OPECと米国のシェールオイルの対比で、OPECが2014年にaccommodate戦略からsqueeze戦略に移行したことを実証的に示した。ここでaccommodate戦略とは生産量を抑制し高価格を維持し、高い生産費用のシェールオイルを市場に留まらせることを許す戦略であり、またsqueeze戦略とは価格を低下させ、シェールオイルを市場から退出させようとする戦略を指す。彼らはOPECとシェールオイルの関係をゲームとしてモデル化し、2014年まではOPECにとってaccommodate戦略が有利だったが、それ以後は、squeeze戦略が有利となっていることを示した。

(3) OPEC・サウジアラビアの原油生産行動

Ghoddusi et al. (2017) は、OPEC各国の生産割当に関するインセンティブを分析し、次の理論的結果を得た。a. 高価格時は生産枠を超えて生産しやすい。b. 低需要時は生産枠システムを維持しにくい。c. 小生産国は生産枠以上に生産しやすい。d. 罰則を厳しくすると生産能力を拡張するインセンティブを高める。また、1995-2007年の四半期データで実証研究を行い、高需要時には生産能力は強制力のある制約として機能していること、低価格時に余剰能力がある場合は生産割当が守られていないことを示した。OPEC産油国別の行動特性については、生産能力規模による整理を行い、生産規模が大き

い国の相対順守率（生産量と生産枠の差を生産枠で除した数値）が高いことを示した。この結果、規模の大きなサウジアラビア、イラン、ベネズエラが相対順守率が高い国として分類されている¹¹。一方、生産規模の小さな国として、サウジアラビアと協調しやすいとされるOPECコア諸国が相対順守率が低い国とされているが、これは産油国の実際の行動と整合的ではない。すなわち、生産枠調整時に生産能力が考慮されている可能性があり、彼らの研究は、必ずしも各国の順守行動を示していない可能性もある。

OPEC産油国のなかでもサウジアラビアの行動に注目した研究が数多く行われている。これは、サウジアラビアが原油生産量、生産設備の規模の点で優越していることが背景にある。すなわち、サウジアラビアは生産量でOPEC全体の約30%を占めている。さらに自国生産量の約30%の余剰生産能力を確保しており、例えば2011年では主要OPEC産油国全体の余剰能力の75%を占め、他のOPEC産油国の余剰能力と大きな差異がある(Nakov & Nuno, 2013)。関係者や研究者の間では、サウジアラビア以外のOPEC産油国は、サウジアラビアに対して協調行動をとるかprice takerとしてふるまうかのいずれかであるという認識がある。OPEC産油国がすべて協調行動をとる場合、OPECはカルテルを形成しているように見える。一方、上述のAlhajji & Huettner (2000) の結果に従えば、サ

11 ただし、この結果は、それまで生産枠を順守していなかったイラン、ベネズエラが1990年代の価格低下を踏まえて、サウジアラビアと生産枠順守に協力することになった経緯を反映していると考えられる。

ウジアラビア以外の国はprice takerとして行動している。中間的なケースとしてOPECコアは協調行動をとるがそれ以外はprice takerとして行動する可能性もある。それは時代や市場環境に応じて変化すると考えられる。しかし、いずれの場合もサウジアラビアの行動が重要である。以下、その行動を分析した研究を紹介する。

Aguilera & Radetzki (2016) は、サウジアラビアの行動を歴史的に分析した。サウジアラビアは減産による高価格追及行動と増産による価格安定化行動の2種類の行動が見られるとし、前者はイラン革命(1978-81年)時の減産、およびその後の減産維持(1985年)、後者はイラン-イラク戦争時の増産(1985年)による価格安定化、イラクのクウェート侵攻(1990年)時の増産の例を挙げている。サウジアラビアの余剰生産能力活用による価格安定化行動もみられるが、自国の事情で生産量を決定しており、サウジアラビアの生産量決定の方針について一貫性のある結論は得られないとしている。また、Dagoumas et al. (2018) は1980-2017年のデータでサウジアラビアの原油生産量を分析し、サウジアラビアの生産量は世界の需要量および需要量変化に対する相関は高いが、市場の原油価格および原油価格変化に対する相関が低いことを示した。

Al-Yousef (1998, 2012) は1976年から2010年について、サウジアラビアが次の期間ごとに異なる戦略をとっていることを実証的に示した。1976~1986: swing producer戦略, 1987~1997 market share戦略, 1998~2010 swing producer戦略。ここでswing producer戦略とは、価格を維持するために、価格低下時に減産し価格高騰時は増産する戦略である。また非OPEC産油国が増産した場合は自国生産量を減産する戦略で

ある。他方、market share戦略は、価格低下時にも自国の生産量を維持または増産し、また、非OPEC産油国が増産しても自国生産量を増産する戦略である。

Ansari (2017) は、2014年の石油価格低下を解析し、サウジアラビアがシェールオイルの動向に反応し、従来の価格維持戦略からmarket share戦略へ軌道修正した軌跡であることを示した。すなわち、2013-2014年のデータからはサウジアラビアをリーダーとし他産油国がCournot競争あるいはfringeとして行動するモデルの当てはまりが良い一方、2014-2016年のデータについては、どの市場構造モデルでも実際の産油国の行動を説明できないことを示した¹²。したがってサウジアラビアは、短期的な利益最大化戦略から、戦略を変換した可能性がある。以上の結果を踏まえてAnsari (2017) は近年のサウジアラビアの戦略変更を2010~2014: swing producer, 2014~2016: market shareと時代区分している。

Fattouh et al. (2016) は、サウジアラビアの生産量が、短期的な収入最大化戦略と、自国の膨大な埋蔵量を考慮した長期的な収入最大化目標のために一定の市場シェアを維持する戦略の両方のトレードオフの結果、決定されるとみなしている。ゲーム理論モデルを用いて、このトレードオフの決定因子としていくつかの因子を提示した上で、シェールオイルの価格弾力性が通常の原油と異なることが、サウジアラビア自身の生産量の決定を難しくしていると論じている。

サウジアラビアと他OPEC産油国の関係を

12 Ansari (2017) が検証した市場構造モデルは以下の5モデルである: 完全競争, Cournot競争, Saudi-Cournot, Saudi-Fringe, OPEC-Cournot。

分析した研究もまた重要である。Alkhathlan et al. (2014) は、1973-2012年をデータ期間として、サウジアラビアとその他OPEC産油国の原油生産量の関係を分析している。彼らは、同様の分析を行っているGriffin (1985) や Alhajji & Huettner (2000) を批判して、これらの研究では相関関係に正負の一貫性が見られないが、それは市場の状況の違いを考慮していないためであるとしている。そして彼ら自身は、市場の状況を2タイプ（通常期、中断期¹³）に分類して分析を行っている。結果として、サウジアラビアの行動は通常期では他OPEC産油国と同じ方向であるのに対し、中断期は逆であることを示した。詳細は省略するが、この結果は、Aguilera & Radetzki (2016) および Kisswani (2016) の研究と整合的である。サウジアラビアは、通常期は他OPEC産油国との協調を重視しているが、中断期はサウジアラビア独自の行動をとっているという結果は、他OPEC産油国が中断期にはサウジアラビアと非協調的に行動していると解釈することも可能である。

サウジアラビアおよびOPEC産油国の経済は原油生産量およびその輸出収入に依存する構造となっている¹⁴。Algahtani (2016) は1970-2015年のデータで原油価格がサウジアラビア

のGDPと正の相関があることを示した。サウジアラビアはその長期計画（Vision 2030）で産業多角化による石油依存からの脱却の政策を掲げているが（Mosashai, 2018; Ramady, 2018）、Albassam (2015) はこれまでの40年間の多角化政策の進捗は少ないとしている。Krane (2015) は、サウジアラビアの原油生産量の約30%は国内で精製されており、今後、石油製品や石油化学製品の輸出の拡大を計画しているとしている¹⁵。こうしたサウジアラビアの国内産業政策が、同国の主要収入源である原油生産に関する意思決定に影響を与えている可能性がある。

（4）原油生産能力への設備投資

本項では長期の原油生産に関わる設備投資行動に関する研究を紹介する。各産油国の原油生産設備は各国の生産量上限である生産能力を規定すると同時に、OPECの場合、生産枠調整時に考慮されるとされている。また、原油生産設備への投資は、数年以上にわたる探鉱、開発活動に関わっている。したがって、こうした探鉱、開発に関する投資決定のメカニズムは重要であるが、先行研究は限られている。

Economou et al. (2017) は、原油価格の変動に関して、1990-2016年のデータで分析を行い、外生的な需要や供給の変動以外に、将来の原油生産能力を決定する石油の探鉱への投資が重要な影響因子であることを示した。各国の生産能力や生産設備への投資はデータの開示が十分でないことが研究の制約であるが、Toews

13 Alkhathlan et al. (2014) が示している中断期は以下のとおり。供給側の中断期：イラン革命(1978)、リビア内戦 (2011)、需要側の中断期：石油ショック (1974-1975)、リーマンショック (2008-2009)。

14 産油国経済の石油輸出への依存に関しては以下を参照。Alkhathlan (2013), AlKuwari (2013), AlQudah et al. (2016), Alsharahi & Alsadiq (2014), Auty (1997), Hendrix & Noland (2014), Hamdi (2013), Khan (2017), Ross (2012), Setser & Frank (2017), Venables (2016)。

15 サウジアラビアの産業多角化政策の詳細については以下を参照：Albassam (2015), Akhtar & Asif (2017), Algahtani (2016), Almutairi (2016), Hvidt (2013), Krane (2015), Ramady (2018)。

& Naumov (2015) は、米国を除く世界の掘削活動と原油価格の関係を VAR モデルを用いて、1995-2013 年の四半期データで分析し、原油価格は掘削活動と四半期のラグで正の相関があることを示した。一方、Apergis et al. (2016) は、米国の地域別の油田を対象に時系列分析を行い、rig count¹⁶と原油価格には正の相関があることを示した。Khalifa et al. (2017) は米国のデータを対象に原油価格の変化と rig count の変化に四半期の lag で正の相関があることを実証した。これら先行研究では、原油価格と設備投資との相関が実証されてきているが、各産油国の投資に関する行動特性や、米国におけるシェールオイルの影響等は明確ではない。

4. 原油生産メカニズムに関する研究課題

本節では、これまでの先行研究のレビューから、原油生産メカニズムに関する研究課題について論ずる。

(1) OPEC 産油国の行動特性

OPEC 産油国は世界生産量の 40% 以上を占め、埋蔵量では 80% 以上を占めている。そのため、原油市場における OPEC の市場支配力が先行研究の課題であったが、前節でみたように、原油市場における OPEC の dominant player としてのリーダーシップは実証され、OPEC 以外の産油国が price taker として行動していることもまた実証されている。

一方で、OPEC 内におけるサウジアラビアと

その他 OPEC 産油国の関係については、研究結果はさまざまである。また、サウジアラビア、OPEC コア、その他の OPEC 産油国について、行動特性の違いが示唆されてきたが、具体的にどのような差異があるのかは必ずしも明確になっていない。これらの点を明らかにすることは、原油の生産量決定のメカニズムを明確にする上で重要である。

なかでも重要なのが生産枠とその順守率である。OPEC 産油国は世界の需要と価格をもとにして、半年に一回各国別の生産目標である生産枠を決めている。生産枠がどのように決定されるのか、そして OPEC 各国が生産枠を順守しているのか、あるいは違反して自国の都合で生産しているのかが明らかにされる必要がある。

サウジアラビアの原油生産がどのように決定されるかはもう一つの重要な研究課題である。本論で紹介した論文では、その行動は利潤最大化といった標準的な経済主体を想定したモデルで表現されていた。また、実証分析ではデータからその行動特性を明らかにするものであった。サウジアラビアの経済は原油の輸出収入に依存しており、2014 年以降の原油価格低下は、サウジアラビアの経済にも大きな影響を与えている。また、サウジアラビアは石油依存経済からの脱却を計画している。こうしたサウジアラビアの国内経済の動向や施策がどのように原油生産量決定に影響するかが今後の研究課題として挙げられる。

(2) 長期的な生産設備投資

産油国の原油生産能力は、OPEC の生産枠決定の考慮事項といわれており、また、各国が独自に決定できる事項である。しかし、各国の生

16 rig とは、原油の探鉱、開発のフェーズで使われる掘削設備であり、rig count (rig の数) は探鉱、開発の活動量を直接示す指標であり、米国 Baker Hughes 社が世界中の rig count を公表している。

産能力が生産量にどのように影響しているか、各国が生産能力への設備投資をどのように計画、決定しているかは明確になっておらず、今後の重要な研究課題である。

原油の生産設備への投資は、探鉱、開発から、生産に至るまでに数年を要するプロセスであり、原油価格の動向は、こうした設備投資の意思決定の考慮事項である。したがって、各産油国の原油生産設備能力への投資がどのように決まるか、原油価格の動向とどのような関係にあるのかは、各国の生産量決定メカニズムを考える上で重要な研究課題である。

原油生産に関わる設備投資コストは、産油国ごとに異なり、サウジアラビアをはじめとした中東産油国は一般に低い。また、探鉱、開発、生産における設備投資が大きく、操業費用は相対的に小さい。このため、生産者にとっては、サンクされた先行投資の固定費が変動費に比較して大きい。こうした生産コストの構造が産油国の行動特性にどのような影響を与えるかは重要な研究課題である。

また、サウジアラビアをはじめとしたOPEC産油国は世界の原油埋蔵量の80%以上を保有しており、長期的な視点で枯渇性の石油資源を有効利用しようとしている。長期的な戦略としてのOPEC産油国の原油生産設備への投資の意思決定は重要な研究課題である。

(3) 原油市場の構造変化とシェールオイル

1990年代初頭の原油市場に構造変化があったことが、先行研究で明らかにされてきた。しかし、その構造変化の要因や内容については明確にされていない。したがって、それらを明らかにすることは今後の重要な研究課題である。

ここで関連すると考えられる事実関係に触れておく。原油取引方法に関して、1980年代後半から1990年初頭にかけて大きな変化があった。それ以前は、産油国の決める公式価格（Official Sales Price）をベースに長期的な契約による取引がほとんどであった。1988年から、スポット市場における指標原油価格¹⁷を基準にした、仕向け地向けフォーミュラ方式が長期的な契約に採用されるようになった。さらに、スポット市場での取引および原油先物取引市場も1980年代後半から取引が拡大してきた。こうした市場の流動性の拡大が、各産油国の行動特性を変化させ、原油市場の構造変化を促していると考えられる。

最近の大きな構造変化は米国のシェールオイルの増産である。その生産量は、原油市場に影響を与える日産500万バレル規模となっており、シェールオイルの登場が、原油市場の構造の変化を促したことが明らかにされてきたが、どのような構造に変化したのかは十分な実証がなされていない（Ansari, 2017）。シェールオイルの登場が、原油市場の構造やOPEC各国の行動特性にどのような影響を与えてきているのかは重要な研究課題である。特に、シェールオイルは、在来型資源である石油とは異なり、開発期間および生産期間が短く、生産費用が高い特徴がある。このため、原油価格の変化に迅速に対応しやすく、原油の需要・供給の調整機能を一定程度有すると考えられる。シェールオイルのこうした特性に着目した市場の構造の変化に

17 原油のスポット取引の拡大とともに北海のBrent原油、UAEのDubai原油、米国のWTI原油のスポット価格が原油取引の指標として利用されてきた。

関する研究についてはまだ行われておらず、こうした、シェールオイルの需要・供給の調整機能留意した原油市場の構造の変化、産油国の生産量決定への影響に関する研究は今後の重要な研究課題である。

5. 要約と結語

気候変動政策において、GHGの主要な発生源である石油について、各国で需要削減政策が実施されてきているが、世界の原油生産は増産基調である。また産油国にとって、原油の輸出収入が主要な経済開発の原資であり、その生産を削減することは死活にかかわる。特に埋蔵量の多いOPEC産油国は今後も増産を計画している。しかし、原油生産のメカニズムは必ずしも明らかではなく、また、これまで気候変動政策の観点から注目されることもなかった。しかし、需要と供給はコインの表裏であり、原油の供給メカニズムを理解することは、有効な気候変動政策を実現するために重要な検討課題である。

本研究では、このような問題意識に立ち、先行研究をサーベイし、これまでに明らかになった事柄を整理するとともに、今後の研究課題を論じた。

先行研究において、OPECのカルテル機能を中心とした原油市場の市場構造、構造変化、OPEC諸国の生産行動—特にサウジアラビアの生産行動等について分析がなされてきた。OPECが一定の市場支配力を有すること、非OPEC諸国がprice takerとして振舞っていることについては、多くの研究により実証されている。一方で、OPEC各国の行動については見方が分かれる。また、構造変化に関しては、90年

代初めに変化が生じたことを実証分析が明らかにしている。しかし、この構造変化の要因や具体的な内容については明らかになっていない。

その90年以降に関しては、OPEC各国を、その行動特性から、サウジアラビア、OPECコア産油国、その他OPEC産油国の3つのグループに分けることが妥当と考えられる。このうち、その他OPEC産油国は、非OPEC諸国と同様にprice takerとして振舞うようになったことが、先行研究から示唆される。OPECコア産油国は、サウジアラビアに追従しているか、あるいはprice takerなのか明確になっていない。しかしいずれの場合でも、サウジアラビアがdominant player（シュタッケルベルク・ゲームのリーダー）である。先行研究は、そのサウジアラビアが2つの戦略、すなわちmarket share戦略とswing producer戦略を時期に応じて切り替えてきたことを明らかにしている。

先行研究では、市場環境の変化、具体的には供給側および需要側の変動要因を考慮することにより、原油市場の構造が明確になってきた経緯がある。近年では、原油市場における米国シェールオイルのシェアの高まりに対して、サウジアラビアおよびOPECが新たな戦略を取り始めたことも明らかにされつつある。シェールオイルの登場によって、どのように市場の構造が変化し、産油国の行動特性が変化したかは重要な研究課題である。

サウジアラビアが生産量を決定し、OPEC産油国の生産枠を調整してOPEC全体の生産量を決め、その生産量が反映されて原油の市場価格が決まる。それ以外の国はprice takerとして原油生産量を決定する—というのが従来の原油の生産メカニズムと考えられる。したがって、

サウジアラビアがどのようにその生産量を決定するかが重要な研究課題となる。

サウジアラビアの経済は、原油の輸出収入に依存しており、サウジアラビアの原油生産量は政府の長期計画や内政事情に依存すると考えられるが、この点に踏み込んだ研究はまだない。また、その他OPEC産油国やOPECコア産油国の行動についても、さらに詳細な研究が必要である。OPECでは生産枠（各国の生産割当）が設定されており、生産枠は各国の生産能力を考慮するといわれている。しかし、生産枠がどのように設定されているか、またどの程度順守されているかは、明らかにされておらず、各国の行動特性を明確にし、原油生産メカニズムを明らかにする上で重要な研究課題である。

以上は、短期の原油生産メカニズムに関する議論である。一方、長期の原油生産を考える上では、生産能力がどのような要因に依存するかに関する実証研究が重要である。原油価格が一定のラグをもって生産能力に正の相関をもつことを実証した研究がある。ただし各国の生産能力の正確な把握は困難であり、データの信頼性に問題がある。一方、生産能力の代理変数としてrig countを用いた研究は信頼性が高い。そしてそれらの研究でも原油価格との正の相関が確認されている。ただしいずれも米国内を対象にした研究である。同様の分析を、産油国全体を対象に行う必要がある。もし原油価格との正の相関関係がそうした研究でも見いだされるならば、このことは原油価格形成にdominant playerとして影響を及ぼすサウジアラビアの原油生産行動が、長期的にも重要な意味を持つことになる。

以上の議論に基づき今後必要とされる研究課

題を最後にまとめておく。

(1) 短期的な原油生産量決定のメカニズム

世界の原油生産量に決定メカニズムに関して、OPECの生産枠の決定と、実際の生産量の決定の2段階に分けることができる。前者については、OPECを主導しているとされるサウジアラビアがswing producer戦略とmarket share戦略をどのように選択しているのかを明らかにすることが重要である。後者については、OPEC各国が生産枠に対して実際の生産量をどのように決定しているかの行動特性を明らかにすることが重要な研究課題である。

(2) 長期的な生産能力決定のメカニズム

各産油国の生産能力はOPEC各国の生産枠決定の際に考慮される。また、各産油国の生産能力は数年におよぶ探鉱・開発への設備投資の結果である。したがって、各産油国の生産能力への設備投資の決定メカニズムを明らかにする必要がある。特に原油価格と各産油国の探鉱、開発活動の代理変数としてのrig countとの相関関係を明らかにすることが重要である。また、特に余剰生産能力を含めて大きな生産能力と埋蔵量を有するサウジアラビアの、生産能力への設備投資の決定メカニズムを明らかにすることが重要な研究課題である。

(3) 原油市場の構造変化

先行研究では、1990年初頭に原油市場の構造変化があったことが示唆されている。この構造変化の要因および各産油国の原油生産量の意味決定にどのような変化があったのかを明らかにする必要がある。また、シェールオイルは通常

の原油と比較して生産費用が高く、また、探鉱、開発期間が短いため、原油市場において一定の調整能力を有するようになってきている。近年のシェールオイル生産量増加により、産油国の原油生産決定メカニズムがどのように変化しているかを明らかにすることが今後の重要な研究課題である。

謝辞

本論文作成にあたり、早稲田大学社会科学院の赤尾健一教授に懇切なご指導をいただき感謝申し上げます。また、(一財)国際石油・ガス協力機関における著者の講義で、討議に参加された産油国の政府、国営石油会社の幹部の皆様にも感謝いたします。

引用文献

- 経済産業省 (2017), 『火力発電の論点, 総合資源エネルギー調査会, 長期エネルギー需給見通し小委員会 (第5回会合)』
- 日本エネルギー経済研究所 (2016), 『国際原油市場を取り巻く環境と価格形成に影響を与える諸要因に関する調査報告書』, (原典 Rystad Energy (2016年4月15日 Wall Street Journal))
- Akhtar, M. H. & M. Asif (2017), "Evaluating managerial efficiency of petrochemical firms in Saudi Arabia", *Benchmarking: an International Journal*, 24, 1 244-256
- Albassam (2015), "Economic diversification in Saudi Arabia: Myth or reality", *Resources Policy*, 44(2015), 112-117
- Alhajji, A.F. & D. Huettner (2000), "OPEC and World Crude Oil Markets from 1973 to 1994: Cartel, Oligopoly, or Competitive?", *The Energy Journal*, 21, 3, 31-60
- Aguilera, R.F. and M. Radetzki (2016), *The Price of Oil*, Cambridge University Press, "Chapter 3, OPEC and its behavior cannot explain oil's price performance"
- Algahtani, G. (2016), "The Effect of Oil Price Shocks on Economic Activity in Saudi Arabia": Econometric Approach, *International Journal of Business and Management*, 11(8), 124-133
- Alkhathlan, K., et al. (2014), "Analysis of Saudi Arabia's behavior within OPEC and the world oil market", *Energy Policy*, 64, 209-225
- Alkhathlan, K. & M. Javid (2013), "Energy Consumption, carbon emissions and economic growth in Saudi Arabia": An aggregate and disaggregate analysis, *Energy Policy*, 62, 1525-1532
- Alkhathlan, K. (2013), "Contribution of oil in economic growth of Saudi Arabia", *Applied Economic Letters*, 20, 343-348
- AlKuwari, D. (2013), "Mission Impossible, Genuine Economic Development in the Gulf Cooperation Council Countries", LSE Kuwait Program Series, 33(2013)
- Almutairi (2016), "Economic Diversification in GCC Economies: A Heaven for Investment", *International Journal of Economics and Finance*, Vol 8, No.4 (2016), 84-92
- AlQudah et al. (2016), "The Impact of Oil Sector on the Global Competitiveness of the GCC countries: Panel Data Approach", *Research Journal of Finance and Accounting*, 7, 20
- Alsharahi, S.A. & A.J. Alsadiq (2014), Economic Growth and Government Spending in Saudi Arabia: An Empirical Investigation, IMF Working Paper
- Alsharif, et al. (2017), "Economic diversification in resource rich countries: History, state of knowledge and research agenda", *Resources Policy*, 52 (2017), 154-164
- Ansari, D. (2017), "OPEC, Saudi Arabia, and the shale revolution: Insights from equilibrium modeling and oil politics", *Energy Policy*, 111, 166-178
- Almoguera P., et al. (2011), "Testing for the cartel in OPEC: non-cooperative collusion or just non-cooperative?", *Oxford Review of Economic Policy*, 27, Number 1, 144-168
- Apergis, N., B. T. Ewing and J. E. Payne (2016), "A time series analysis of oil production, rig count and crude oil price: Evidence from six oil production regions", *Energy*, 97, 339-349
- Auty, Richard M. (1997), "Natural Resource Endowment, the State and Development Strategy", *Journal of International Development*, 9 (4), 651-63
- Behar, Alberto et al. (2017), "OPEC vs US Shale: Analyzing the shift to a market-share strategy", *Energy Economics*, 63, 182-188
- BP (2018), *BP Statistical review of world energy, 2018*, <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy->

- economics/statistical-review-of-world-energy/oil/oil-production.html, (Accessed November 23, 2018)
- Brown, P.A.S. & H. G. Huntington (2017), "OPEC and world oil security", *Energy Policy*, 108, 512–523
- Hendrix C. S. & M. Noland (2014), *Confronting the Curse*, Peterson Institute for international Economics, Washington, DC
- Dagoumas A., T. Perifanis and M. Polemis (2018), "An econometric analysis of the Saudi Arabia's crude oil strategy, An econometric analysis of the Saudi Arabia's crude oil strategy", *Resource Policy*, Article in Press
- Economou, Andreas, P. Agnolucci, B. Fattouh, V.D. Lipis (2017), "A Structural Model of The World Oil Market: The Role of Investment Dynamics and Capacity Constraints in Explaining the Evolution of The Real Price of Oil", Oxford Institute for Energy Studies, WPM75
- EIA (2018), EIA HP, <https://www.eia.gov/todayinenergy/images/2018.02.01/chart2.png> (Accessed, Nov.23, 2018)
- Eid, A.G (2015), "Budgetary Institutions, Fiscal Policy and Economic Growth", Working Paper 967, Economic Research Forum, Egypt
- Fattouh, B., R. Poudineh and A. Sen (2016), "The dynamics of the revenue maximization-market share trade-off: Saudi Arabia's oil policy in the 2014-15 price fall", *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 32, November 2, 223-240
- Ghoddusi, H., M. Nili, and M. Rastad (2017), "On quota violations of OPEC members", *Energy Economics*, 68 410-422
- Golombek, R., A. A. Irarrazabal and L. Ma (2018), "OPEC's market power: An Empirical dominant firm model for the oil market" *Energy Economics*, 70, 98-115
- Grundy, B. D. & R. Heaney (2017), "Variation in OPEC and non-OPEC crude oil production: 1973 to 2010", SSRN, Feb
- Hamdi (2013), "Dynamic relationships between oil revenues, government spending and economic growth in an oil dependent economy", *Economic Modelling*, 5, 118-125
- Hvidt, M. (2013), "Economic Diversification in GCC Countries: Past Record and Future Trends", LSE Kuwait Program Series, 27
- Nakov, A. & G. Nuno (2013), "Saudi Arabia and the Oil Market", *The Economic Journal*, 123, 1333-1362
- IEA (2018a), *Key Energy Statistics 2018*
- IEA (2018b), *World Energy Outlook 2018*, <https://www.iea.org/weo2018/>, (Accessed November 23, 2018)
- IEA (2018c), *CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights* (2018 edition)
- IPCC (2014a), *Change 2014: Mitigation of Climate Change*, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>, (Accessed November 23, 2018)
- IPCC (2014b), *IPCC Annual Report 2014*
- International Monetary Fund (2012), "Saudi Arabia: Selected Issues", IMF Country Report No.12/272, September 2012
- International Monetary Fund (2016), "Economic Diversification in Oil-Exporting Arab Countries", Annual Meeting of Arab Ministers of Finance, April
- IRENA (2017), *Renewable Power Generation Costs in 2017*
- Khalifa A., M. Capolin, and S. Hammoudeh (2017), "The Relationship between oil price and rig counts: The importance of lags", *Energy Economics*, 63, 213-226
- Kisswani, K. (2016), "Does OPEC act as a cartel? Empirical Investigation of coordination behavior", *Energy Policy*, 97, 171-180
- Kleinberg, R.L., S. Paltsev, C.K.E. Ebinger, D.A. Hobbs, T. Boersma (2018), "Tight oil market dynamics: Benchmarks, breakeven points and inelasticities", *Energy Economics*, 70, 70-83
- Khan, M. I. (2017), "Falling oil prices: Causes, consequences and policy implications", *the Journal of Petroleum Science and Engineering*, 149, 409-427
- Krane, J. (2015), "A refined approach: Saudi Arabia moves beyond crude", *Energy Policy*, 82, 99-104
- Moshashaia, D. (2018), "Saudi Arabia plans for its economic future: Vision 2030", the National Transformation Plan and Saudi fiscal reform, *British Journal of Middle Eastern Studies*, 2018
- Okullo, S. & F. Reynes (2016), "Imperfect cartelization in OPEC", *Energy Economics*, 60, 333-344
- Onoh, J.O., T. Nwachukwu and C.O. Mbanasor (2018), "Economic Growth in OPEC Member States: Oil Export Earnings Versus Non-Oil Export Earnings", *Developing Country Studies*, Vol 8, 2
- OPEC (2018a), *World Oil Outlook, 2018*
- OPEC (2018b), *Annual Statistical Bulletin, 2018*
- Ramady, M.A. (2018), *Saudi Aramco 2030 Post IPO Challenge*, Springer
- Ross, Michael L. (2012), *The Oil Curse, How Petroleum*

Wealth Shapes the Development of Nations, Princeton, Princeton University

Shao (2014), "Natural resource dependence, human capital accumulation and economic growth: A combined explanation for the resource curse and the resource blessing", *Energy Policy*, 74, 632-642

Setser, B. W. & C. V. Frank (2017), "Using External Breakeven Prices to Track Vulnerabilities in Oil-Exporting Countries", discussion paper, Council on Foreign Relations

Venables (2016), "Using Natural Resources for Development: Why Has It Proven So Difficult?", *Journal of Economic Perspectives*, 30(1), 2016, 161-184